

**INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI**  
WARSAWA-MIEDZESZYN

**BIULETYN**

**INFORMACYJNY**

**4(155)**

**1977**

MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# BIULETYN INFORMACYJNY

ROK 17

WARSZAWA 1977

NR 4/155/

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Redakcja Biuletynu Informacyjnego

---

Redaktor Naczelny - prof. mgr inż. Lesław Kędzierski  
Z-ca Redaktora Naczelnego - dr inż. Krystyn Plewko

Redaktorzy działów:

mgr inż. Władysław Cetner, doc. mgr inż. Adam Moniuszko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności

Branżowy Ośrodek

Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH REKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

---

Redaktor: J. Borkowska

Montaż tekstu: B. Drabik

---

Dział Wydawniczy Instytutu Łączności  
Format B5. Nakład 675. Wpłynęło do  
Działu Wydawniczego 1.10.1976 r.  
Druk ukończono w styczniu 1977 r.

Franciszek Kotz, Henryk Nałmski

SIŁOWNIE TELEKOMUNIKACYJNE

SPIS TRESCI

	Str.
1. Podstawowe określenia i wymagania ogólne	1
2. Ogólne kryteria wyboru systemu siłowni	3
2.1. Zasady ogólne	3
2.2. Liczba ogniw w baterii akumulatorów	4
3. Przegląd systemów siłowni	5
3.1. Układ z 24 ogniwami oraz z diodami redukcyjnymi	5
3.2. Układ z 25 ogniwami oraz z diodami redukcyjnymi	6
3.3. Układ różnicowy z 25 ogniwami oraz z diodami redukcyjnymi	6
3.4. Układ siłowni buforowo-różnicowy	7
3.5. Wnioski dotyczące zasilania małych central	8
3.6. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi	9
3.7. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi i baterią wygładzającą	10
3.8. Układ siłowni z przetwornicą dodatkową	11
4. Modułowy system rozbudowy siłowni	14
Wykaz literatury	14

## SIŁOWNIE TELEKOMUNIKACYJNE

### 1. PODSTAWOWE OKREŚLENIA I WYMAGANIA OGÓLNE

Terminem "siłownia telekomunikacyjna" określa się zwykle zespół urządzeń i aparatury, który zapewnia wykonanie następujących zadań:

- przekształcenie prądu przemiennego 380 V/220 V na prąd stały o napięciu 48 V /60 V, 24 V/ dla potrzeb urządzeń komutacyjnych ewentualnie transmisyjnych lub radiolinii. Przekształcenie to realizowane jest za pomocą zespołów prostownikowych statycznych, na ogół tyrystorowych, względnie transduktorowych z regulacją tranzystorową;
- zasilanie urządzeń z baterii akumulatorów należącej do siłowni w przypadku przerwy w dostawie energii z sieci elektroenergetycznej;
- ładowanie oraz utrzymanie baterii akumulatorów w stanie naładowanym;
- kontrola napięcia odbioru oraz dokonywanie niezbędnych przetęczeń w celu utrzymania tego napięcia w granicach dopuszczalnych tolerancji;
- ochrona aparatury przed przepięciami i przetężeniami;
- alarmowanie personelu nadzorującego o nienormalnych stanach pracy, na przykład przy przekroczeniu dopuszczalnych tolerancji napięcia wyjściowego lub zadziałaniu zabezpieczeń.

Z wymienionych tu zadań dwa są najważniejsze: dostarczenie prądu stałego do urządzeń komutacyjnych i transmisyjnych za pomocą przekształcenia napięcia przemiennego w sieci elektroenergetycznej oraz zapewnienie zasilania tych urządzeń z baterii akumulatorów w przypadku zaniku napięcia sieci.

Wymienione wyżej zadania natury ogólnej powinny być uzupełnione wymaganiami bardziej szczegółowymi odnośnie stabilizacji napięcia na odbiorze i baterii, właściwości dynamicznych oraz tętnień. Zazwyczaj stawiane siłowniom wymagania przytoczono poniżej.

1. Napięcie na wyjściu siłowni /na odbiorze lub inaczej mówiąc na urządzeniach komutacyjnych centrali i urządzeniach teletransmisyjnych/ powinno się mieścić w granicach dopuszczalnych. Na ogół większość systemów dopuszcza odchylenia od  $\pm 8$  do  $\pm 10\%$  napięcia znamionowego, a nawet dopuszcza krótkotrwałe większe zmiany.

2. Napięcie na zaciskach baterii akumulatorów określone zwykle w odniesieniu do jednego ogniwa kwasowego podczas ciągłego doładowywania /pracy buforowej/ powinno wynosić  $2,22 \text{ V} \pm 1 \div 1,5\%$ . Stabilizacja tego napięcia ma istotne znaczenie dla prawidłowej eksploatacji akumulatorów, przede wszystkim dla ich żywotności i utrzymania w stanie pełnego naładowania. Podczas ładowania baterii stosuje się napięcie  $2,35 \div 2,4 \text{ V/ogn.}$ , bez odłączania jej od odbioru. Istnieją wprawdzie tendencje stosowania obniżonego napięcia ładowania, a mianowicie  $2,25 \div 2,26 \text{ V/ogn.}$ , jednak skuteczność takiego ładowania jest niezadowalająca /rys. 1/<sup>1/</sup>. Baterię odłączoną od odbioru ładuje się do napięcia  $2,5 \div 2,7 \text{ V/ogn.}$

3. Napięcie wyjściowe powinno być niezależne od dynamicznych zmian obciążenia oraz od procesów komutacyjnych zachodzących np. w chwili zaniku lub powrotu napięcia sieci przy włączaniu czy wyłączeniu ogniów dodatkowych albo przy rapidownych zmianach obciążenia. Dynamiczne wahania napięcia w systemach elektronicznej komutacji nie powinny przekraczać  $1 \div 5\%$  napięcia znamionowego, a w systemach komutacji elektromechanicznej -  $30\%$ .

4. Tętnienia będące wynikiem prostowania prądu przemiennego powinny być ograniczone do  $2 \text{ mV}$  wartości psfometrycznej w pasmie telefonicznym, dla uniknięcia zakłóceń w obwodach rozmównych central telefonicznych.

Podczas ładowania baterii nie odłączonej od odbioru dopuszcza się napięcie tętnień  $3 \div 4 \text{ mV}$  wartości psfometrycznej<sup>2/</sup>

W urządzeniach teletransmisyjnych przyjęto jako dopuszczalne górne granice napięć zakłóceń wytwarzanych przez urządzenia zasilające:  $100 \text{ mV}$  w pasmie do  $300 \text{ Hz}$  i  $10 \text{ mV}$  w pasmie od  $300 \text{ Hz}$  wzwyż albo  $20 \text{ mV}$  wartości skutecznej w całym pasmie. Polskie przepisy przyjmują jako zasadę dopuszczalną wartość napięcia zakłóceń do  $2 \text{ mV}$  psf. Ilustracją wyżej przytoczonych wymagań są dane zawarte w tablicy 1 i odnoszące się do poszczególnych systemów siłowni, znajdujących się w eksploatacji w różnych krajach.

Oprócz wymienionych wyżej wymagań, każdy system siłowni ma pewne cechy użytkowe, które decydują o jego większej lub mniejszej przydatności eksploatacyjnej, a mianowicie:

1. Praca automatyczna, nie wymagająca stałej obsługi, przy wyposażeniu siłowni w urządzenia sygnalizujące o wszelkich usterkach wymagających ingerencji obsługi.

1/ Rysunki są zamieszczone na końcu artykułu

2/ Patrz wykres CNET /rys. 2/

2. Konstrukcja zwarta, lecz jednocześnie ułatwiająca szybkie dokonywanie napraw, co można osiągnąć przez szerokie zastosowanie wymiennych podzespołów. Wymiary siłowni powinny być takie, aby było możliwe ograniczenie powierzchni pomieszczenia do minimum. Jest tu jednak konieczny kompromis z wymaganiami dotyczącymi dostępności do urządzeń przy konserwacji i naprawach oraz możliwościami rozbudowy.
3. Wysoka sprawność pozwalająca na oszczędne zużycie energii elektrycznej i ograniczenie mocy zapasowych źródeł energii /zespołów spalinowo-elektrycznych/ oraz zmniejszenie strat, które rzutują na wydzielanie się ciepła wymagającego zwiększonej wentylacji i dodatkowego zużycia energii.
4. Możliwość znacznej rozbudowy wybranego typu urządzenia. Wobec dynamicznego rozwoju telekomunikacji, nieraz trudnego do przewidzenia, konieczne jest posiadanie elastycznego systemu siłowni, pozwalającego na sukcesywną rozbudowę bez uciekania się do całkowitej przebudowy urządzeń zasilających, podczas gdy urządzenia zasilane /centrale itp./ mogą być stopniowo rozbudowywane przez dostawianie poszczególnych stojaków albo nawet całych grup urządzeń. Najnowszą tendencją w budowie siłowni jest system modułowy, polegający na stosowaniu typowych jednostek, z których zestawia się siłownie o wielkości potrzebnej na danym etapie rozbudowy obiektu. System taki zapewni niskie początkowe koszty inwestycyjne, nie zamrażanie rezerw, łatwość, a więc taną rozbudowę. Pozwala też na ograniczenie liczby typów urządzeń siłowni, a zatem umożliwia racjonalną produkcję.

## 2. OGÓLNE KRYTERIA WYBORU SYSTEMU SIŁOWNI

### 2.1. Zasady ogólne

Przy rozważaniach dotyczących wytoru systemu należałoby osobno traktować obiekty o stosunkowo małym poborze mocy, np. do 5 kW /50 V 100 A/ od obiektów większych, mimo że podstawowe wymagania podane wyżej są jednakowe dla wszystkich.

Jednolity system dla małych i dużych obiektów nie wydaje się uzasadniony. W małych obiektach konstrukcja urządzeń zasilających powinna być prosta, aby umożliwić instalowanie i eksploatację ich przez personel o stosunkowo niskich kwalifikacjach w przeciwieństwie do dużych obiektów mających zapewniony personel wysoko kwalifikowany. Wysoki poziom techniczny urządzeń zasilających w obiektach o poważnym znaczeniu powinien być gwarancją niezawodności pracy oraz jakości parametrów, mimo iż koszty tych urządzeń będą dość wysokie. Powinna też być zapewniona duża żywotność tych urządzeń, aby nie zachodziła konieczność ich częstej wymiany. Również powinna je cechować elastyczność umożliwiająca łatwą rozbudowę nawet w granicach wielokrotnie większych od pierwotnej mocy. W małych obiektach

natomiast nie jest to konieczne, gdyż wymiana urządzeń mniejszych na większe ogranicza się zwykle do wymiany jednej szafy i dostawienia akumulatorów do istniejącej baterii.

## 2.2. Liczba ogniw w baterii akumulatorów

Na wybór systemu może mieć wpływ określenie liczby ogniw w baterii oraz wielkość rezerwy bateryjnej. Rezerwę tę dla małych obiektów, gdzie instalowanie zespołów spalinowo-elektrycznych nie ma uzasadnienia, należy przyjąć co najmniej na 10 godzin.

Pojemność baterii  $Q_{10}$  dla danej rezerwy zasilania określa się ze stosunku

$$\frac{Q_{10}}{I} = K$$

gdzie  $I$  - założony średni prąd pobierany z baterii, w A,

przy czym współczynnik  $K$  - zależy od dopuszczalnego napięcia wyładowania na jedno ogniwo, z czego wynika liczba ogniw w baterii, konieczna dla zapewnienia najniższego dopuszczalnego napięcia pracy urządzenia zasilanego /rys. 3/.

Przy założeniu wyładowania w ciągu 10 godzin i dopuszczalnym końcowym napięciu 1,85 V/ogniwo współczynnik  $K = 10$ , natomiast przy końcowym napięciu 1,88 V/ogniwo  $K = 10,7$ , zaś dla 1,92 V/ogniwo  $K = 11,5$ . Szacując najmniejszą liczbę ogniw w baterii można przyjąć napięcie końcowe 1,92/ogn. przy założeniu, że wyładowanie baterii następuje stosunkowo małym prądem w czasie 10, a nawet 20 godzin. Podczas takiego wyładowania napięcie baterii spada bardzo wolno, utrzymując się na poziomie nieco poniżej 2 V/ogn. aż do wyładowania ok. 95% jej pojemności znamionowej, gdy napięcie spadnie do 1,92 V/ogn., a następnie bardzo szybko poniżej tej wartości. W takich warunkach, tj. gdy pojemność baterii jest obliczana na ponad 10-godziną rezerwę i wyładowanie odbywa się bardzo małym prądem, przy siłowni na napięcie znamionowe 50 V minimalna liczba ogniw wypada 24. Mamy wtedy:

- napięcie pracy buforowej  $2,2 \cdot 24 = 52,8$  V
- napięcie ładowania  $2,3 \cdot 24 = 55,0$  V
- napięcie wyładowania  $1,92 \cdot 24 = 46,8$  V

W tym przypadku może być zastosowany prosty układ siłowni przedstawiony na rys. 4.

Jeśli można dopuścić dolną granicę napięcia np. na ok. 43 V, to układ ten nadaje się również dla zmniejszonej rezerwy bateryjnej, np. 4-godzinnej. W tym przypadku napięcie końcowego wyładowania można przyjąć na 1,8 V przy 24 ogniwach  $1,8 \cdot 24 = 43,2$  V.

Dotyczy to central elektronicznych, których najniższe dopuszczalne napięcie



wynosi 41,7 V, a zatem przy założeniu spadku napięcia 1,5 V można jako dolną granicę określić napięcie wyjściowe siłowni = 41,7 + 1,5 = 43,2 V. Natomiast jeżeli nie może być przekroczona granica napięcia, np. 55 V, to konieczne jest zastosowanie innych układów, jak np. z diodami redukcyjnymi albo układów z dogadaniem napięcia, co będzie rozpatrywane dalej.

### 3. PRZEGLĄD SYSTEMÓW SIŁOWNI

#### 3.1. Układ z 24 ogniwami oraz z diodami redukcyjnymi /rys. 5/<sup>1/</sup>

W celu ograniczenia maksymalnego napięcia na odbiorze przy założeniu dolnej granicy wyładowania baterii do 1,92 V/ogn. oraz górnej granicy ładowania baterii do 2,35 V/ogn. oraz przyjmując, że spadek napięcia na diodzie wynosi ok. 0,7 V można określić liczbę szeregowo włączonych diod w czasie ładowania baterii do napięcia 2,35 V/ogn.:

$$n = \frac{2,35 \cdot 24 - 52,8}{0,7} = 6$$

Natomiast przy założeniu ładowania do napięcia końcowego 2,4 V/ogn.:

$$n = \frac{2,4 \cdot 24 - 52,8}{0,7} = 7$$

Napięcie wyjściowe podczas pracy buforowej wyniesie wtedy:

$$2,2 \cdot 24 = 52,8 \text{ V}$$

Byłoby to nieznacznym przekroczeniem górnej dopuszczalnej granicy napięcia wyjściowego, co wydaje się jednak możliwe, zwłaszcza że spadek napięcia między siłownią a centralą wynosi od 0,5 do 1,0 V.

W razie zaniku napięcia w sieci napięcie wyjściowe obniży się pod koniec wyładowania do

$$1,92 \cdot 24 = 46 \text{ V}$$

Jak już wyżej uzasadniono, przyjęcie dolnej granicy 1,92 V spowoduje w przypadku 10-godzinnej rezerwy bateryjnej konieczność zwiększenia pojemności akumulatorów zaledwie o 9,5% w porównaniu do przypadku dolnej granicy wyładowania do 1,85 V/ogn.

<sup>1/</sup>Patent polski Nr 48504 /1973/

### 3.2. Układ z 25 ogniwami oraz z diodami redukcyjnymi /rys. 6/<sup>1/</sup>

Stosując układ z 25 ogniwami jako dolną granicę napięcia wyładowania baterii można przyjąć na 1,85 V/ogn., a górną granicę napięcia ładowania na 2,4 V/ogn. Przy napięciu wyjściowym 52 lub 50 V, liczba diod włączonych będzie określona:

- podczas pracy buforowej

$$n_b = \frac{12,2 \cdot 25 - 52}{0,7} = 5$$

względnie

$$n_b = \frac{12,2 \cdot 25 - 50}{0,7} = 7$$

- podczas ładowania

$$n = \frac{12,4 \cdot 25 - 52}{0,7} = 12$$

względnie

$$n_1 = \frac{12,4 \cdot 25 - 50}{0,7} = 14$$

Podczas wyładowania diody będą zwarte, a zatem napięcie wyjściowe obniży się pod koniec wyładowania do wartości

$$1,85 \cdot 25 = 46 \text{ V}$$

### 3.3. Układ różnicowy z 25 ogniwami i oraz z diodami redukcyjnymi /rys. 7/<sup>2/</sup>

W układzie tym stosuje się dwa rodzaje prostowników, a mianowicie: prostowniki główne zasilające centralę stabilizowanym napięciem, np. 50 do 52 V oraz pomocnicze, które utrzymują baterię w stanie naładowanym przy 2,2 V/ogn., a w razie jej wyładowania - ładują do 2,4 V/ogn. Diody redukcyjne są włączone między tymi dwoma rodzajami prostowników.

Liczba diod wynosi analogicznie jak wyżej:

- 5 względnie 7 podczas pracy buforowej,
- 12 względnie 14 podczas ładowania.

Przez diody redukcyjne w układzie różnicowym przepływa normalnie bardzo mały prąd, a tylko chwilowo mogą one być obciążone prądem, którego wartość wynosi ok. 30% prądu znamionowego prostownika pomocniczego.

<sup>1/</sup>System stosowany przez f. SOCOTEL /Francja/

<sup>2/</sup>Stosowany przez f. FACE STANDARD /Włochy/

W układzie tym może być zastosowany układ do kontroli prądu ładowania baterii. W razie stwierdzenia, że prąd ten przy pracy buforowej przekracza pewną określoną wartość, następuje samoczynne przetączenie na ładowanie aż do napięcia 2,4 V/ogn.

Prostowniki pomocnicze mogą oprócz swojego głównego zadania - ładowania konserwującego lub szybkiego - spełniać zadanie dodatkowe, polegające na wspomaganiu prostowników głównych w razie ich przeciążenia.

Porównanie omówionych układów zawiera tablica 2 poniżej.

T a b l i c a 2

Zestawienie cech charakterystycznych układów

Lp.	Cechy charakterystyczne	Układ przedstawiony na rysunku			
		4	5	6	7
1.	Konieczność zastosowania stycznika na prąd nominalny siłowni	-	+	+	-
2.	Duże straty na diodach podczas normalnej pracy	-	-	+	-
3.	Prostowniki pomocnicze normalnie wykorzystane tylko w bardzo małym procencie swej mocy	-	-	-	+
4.	Napięcie wyjściowe podwyższone do górnej granicy w warunkach normalnej pracy	+	+	-	-
5.	Wymagana rezerwa bateryjna 10 godz. /z wyjątkiem przypadku, gdy jest dopuszczalne wyładowanie baterii do 1,8 V/ogn./	+	+	-	-

### 3.4. Układ siłowni buforowo-różnicowy

Zasadę układu buforowo-różnicowego przedstawia rys. 8. Zapewnia on przy pracy z sieci elektroenergetycznej:

- stabilizowane napięcie wyjściowe /prostownik główny/,
- stabilizowane napięcie konserwujące baterię /prostownik główny połączony szeregowo z prostownikiem dodatkowym/.

W razie zaniku napięcia w sieci następuje za pomocą stycznika zwarcie prostownika dodatkowego wraz z podłączonym do niego równolegle opornikiem R. Zadaniem tego opornika, zwanego opornikiem komutacyjnym, jest uniknięcie przerwy w zasilaniu w momencie przetączenia obwodu zasilania na baterię. W czasie tym występuje chwilowe, trwające od 50 do 200 ms /zależnie od typu stycznika/, obniżenie napięcia wyjściowego wskutek spadku napięcia na oporniku R, dochodzące do 30% napięcia znamionowego.

#### Wady układu:

- mała odporność na dynamiczne wahanía obciążenia wskutek połączenia odbioru z baterią poprzez opornik R; wadę tę częściowo usuwa pojemność C włączona na wyjściu,
- wspomniane wyżej obniżanie się napięcia wyjściowego w momentach przetaczania z pracy sieciowej na baterijną, i odwrotnie,
- straty energii na oporniku R,
- konieczność stosowania dwóch prostowników stabilizowanych o dwóch różnych napięciach /na odbiorze - centrali i na baterii/,
- brak możliwości równoległej pracy.

Pomimo powyższych wad układ ten jest szeroko stosowany do zasilania central telefonicznych o napięciu znamionowym 24, 50 i 60 V i poborze prądu od 4 do 200 A przy współpracy z jedną lub dwiema bateriami złożonymi z 12 ogniw lub 25-26 ogniw względnie 30-31 ogniw. Próba zastosowania układu buforowo-różnicowego do zasilania urządzeń linii radiowych dała wynik negatywny z uwagi na niedopuszczalność obniżenia się napięcia /o ok. 30% w chwili zaniku napięcia sieci.

### 3.5. Wnioski dotyczące zasilania małych central

Analizując wyżej przedstawione układy można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Do zasilania małych central telefonicznych i urządzeń teletransmisyjnych nadaje się układ z diodami włączonymi podczas ładowania, przedstawiony na rys. 5 oraz w pewnych szczególnych przypadkach układ prosty przedstawiony na rys. 4. Wada wymieniona w poz. 4 tablicy jest nieistotna w przypadku urządzeń o stałym poborze prądu /centrala elektroniczna, urządzenie teletransmisyjne przewodowe i linii radiowych/. Również cecha wymieniona w poz. 5 nie ma znaczenia w małych urządzeniach, które z natury swej powinny mieć dłuższą rezerwę baterijną.
2. Do zasilania central elektronicznych i urządzeń teletransmisyjnych, w których napięcie wyjściowe może zmieniać się w granicach 41,7 - 50 V, odpowiedni jest układ prosty przedstawiony na rys. 4, przy czym w tych warunkach jest możliwe zastosowanie nawet rezerwy bateryjnej 3-4 godzinnej.
3. Układ z diodami w połączeniu różnicowym, przedstawiony na rys. 7, jest mniej przydatny w przypadku małych obiektów /do 5 kW/ ze względu na konieczność stosowania dwóch rodzajów prostowników i dość skomplikowanego układu kontroli i sterowania. Natomiast układ ten może być korzystny w przypadku średnich central telefonicznych o zmiennym poborze prądu /systemy elektromechaniczne/ w zakresie od 200 do 1000 A.

4. Układ buforowo-różnicowy /rys. 8/ jest dość kosztowny /2 prostowniki/ i ma wady, które ograniczają jego zastosowanie do central abonenckich.

Biorąc pod uwagę dotychczas rozpatrzone układy oraz wnioski wypływające z analizy porównawczej podanej wyżej, do zasilania małych central miejskich wraz z instalowanymi przy nich urządzeniami teletransmisyjnymi /na napięcie 48-50 V/ najdogodniejszy wydaje się układ przedstawiony na rys. 5 /z diodami redukcyjnymi włączanymi tylko podczas ładowania/.

System ten nadaje się również do zasilania central elektronicznych, przy czym może być ewentualnie wówczas przekształcony w układ prosty /rys. 4/.

### 3.6. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi

Zasadę układu siłowni przedstawiają rys. 9, 10 i 11. Podczas normalnej pracy buforowej prostowniki główne /PG/ pracują równolegle z baterią złożoną z 22 lub 23 ogniw zasilając odbiór. W tym czasie 3 ogniwa dodatkowe są konserwowane za pomocą prostownika doładowującego o małej mocy. W razie zaniku napięcia sieci zostają samoczynnie włączone ogniwa dodatkowe, dzięki czemu napięcie zasilające może być utrzymane w dopuszczalnych granicach, aż do czasu wyładowania baterii, np. do 1,85 V/ogn. Ciągłość zasilania zapewnia dioda /D/.

Przebieg zmian napięcia podczas zaniku i powrotu napięcia sieci przedstawia wykres na rys. 12.

Wyłączenie ogniw dodatkowych w większości produkowanych siłowni tego systemu odbywa się ręcznie z uwagi na to, że powinno być ono poprzedzone naładowaniem baterii. Automatyczne wyłączenie ogniw dodatkowych musiałoby być uzależnione od liczby amperogodzin, jakie zostały pobrane z baterii podczas zaniku napięcia sieci, w stosunku do jej pojemności.

Ładowanie odbywa się przy użyciu rezerwowych prostowników włączanych do jednej z dwóch baterii, łącznie z ogniwami dodatkowymi, podczas gdy druga bateria również razem z ogniwami dodatkowymi pracuje równolegle z prostownikami zasilającymi odbiór przy napięciu 2 V/ogn. Z tych względów siłownie z ogniwami dodatkowymi wymagają obsługi.

Do wad tego systemu można zaliczyć również to, że konserwacja ogniw w baterii często bywa niejednolita, a zatem bateria wymaga częstej kontroli.

W bardzo dużych siłowniach /do 10.000 A/ stosowany jest we Francji układ 23 + 2 + 2 ogniwa. Normalna praca buforowa odbywa się z 23 ogniwami. W razie zaniku napięcia sieci włącza się początkowo szeregowo z pozostałymi 4 ogniwami w połączeniu równoległym po 2, a następnie - przy dalszym spadku napięcia - w połączeniu szeregowym /w sumie połączonych jest wtedy szeregowo 27 ogniw/.

Po pojawieniu się napięcia sieci ogniwa dodatkowe zostają wyłączone po uprzednim naładowaniu /w połączeniu równoległym po 2/ za pomocą prostownika o napięciu

4,4 V. Układ ten jest skomplikowany i wymiary przetłącznika są znaczne; mieści się on w szafie o szerokości 1500 mm i wysokości 2000 mm. System włączania ogniów dodatkowych w dwóch grupach stosowany jest również w ZSRR<sup>1/</sup>.

### 3.7. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi i baterią wyładzającą

Zasadę tego układu stosowanego ostatnio w W. Brytanii /British Post Office/ przedstawia rys. 13.

Siłownia składa się z 1-4 modułów, każdy na prądy od 30 do 2000 A oraz z prostownika rezerwowego 51,5 V  $\pm$  1% 200 A i baterii wyładzającej złożonej z 23 ogniów.

W skład modułu na przykład 200 A wchodzi:

- prostownik roboczy 51,5 V  $\pm$  1%, 200 A
- prostownik pomocniczy 5 V 1%, 50 A
- bateria główna 25 ogniów i 2 ogniwa dodatkowe /zwykle obliczone na 1-godzinną rezerwę/.

Normalnie, podobnie jak w układzie buforowo-różnicowym /rys. 8/, bateria główna razem z ogniwami dodatkowymi jest doładowywana /konserwowana/ za pomocą prostownika roboczego połączony szeregowo z prostownikiem pomocniczym o łącznym napięciu 56 V /2,26 V/ogn./ Równocześnie prostownik roboczy zasila szyny odbioru napięciem 51,5 V. Bateria główna jest wówczas odcięta od odbioru dławą D, która jest spolaryzowana w kierunku zaporowym. Aby jednak uniknąć szumów i zapewnić ciągłość zasilania na wypadek zaniku napięcia sieci, zastosowano równolegle włączoną do odbioru baterię wyładzającą złożoną z 23 ogniów małej pojemności /np. 60 Ah/, utrzymywaną w stanie naładowania za pomocą prostownika rezerwowego /2,24 V/ogn./.

W przypadku zaniku napięcia sieci zasilanie w ciągu bardzo krótkiego czasu /np. 0,2 s/ odbywa się z baterii wyładzającej, a następnie po zwarciu stycznika St - z baterii głównej, połączony szeregowo z ogniwami dodatkowymi. Przy końcowym napięciu 1,8 V/ogn. napięcie odbioru wynosi 46 V.

Po przywróceniu napięcia sieci układ powraca do poprzedniego normalnego stanu, przy czym bateria jest ładowana przy napięciu 2,26 V/ogn.

Zdaniem specjalistów Post Office przy tym napięciu bateria otrzymuje 90% swojej pełnej pojemności, a pozostałe 10% stopniowo odzyskuje w ciągu następnych 2-3 dni podczas normalnej pracy.

Podczas ładowania współdziela prostownik rezerwowy, który będąc połączony równolegle ze wszystkimi prostownikami roboczymi poszczególnych modułów - może

<sup>1/</sup> Siłownie z ogniwami dodatkowymi stosowane są w NRD, RFN, ZSRR i Szwajcarii oraz dostarczane przez firmę LM Ericsson na specjalne zamówienie.

wspólnie z prostownikami pomocniczymi naładować w czasie 1 godzin baterie wyładowane prądem 200 A w ciągu 1 godziny.

Rozwiązanie jest kompromisowe odpowiadające w miarę możliwości szerokiemu zakresowi sprzecznych wymagań. Zapewnia pracę pełnoautomatyczną i co bardzo ważne, jest elastyczne, gdyż dzięki zastosowaniu modułów umożliwia łatwą i racjonalną rozbudowę. Koszty eksploatacji zapewne nie są wysokie, ponieważ akumulatory prawdopodobnie nie wymagają ładowania okresowego.

Wadą omawianego układu jest odcięcie baterii od odbioru podczas normalnej pracy i stąd uzależnienie niezawodności zasilania od stanu baterii wyładzających. Wątpliwa jest możliwość ładowania baterii po przywróceniu napięcia w przypadku stałego poboru prądu na przykład przez centralę elektroniczną.

### 3.8. Układ siłowni z przetwornicą dodawczą<sup>1/</sup>

Jak wynika z danych porównawczych, układ ten jest obecnie najbardziej racjonalny pod względem wykorzystania pojemności baterii akumulatorów oraz czasu rezerwy. Główną cechą tego systemu jest włączenie pomiędzy baterią a odbiorem przetwornicy, zwanej dodawczą, uruchamianej w czasie, gdy napięcie na odbiorze - centrali spada poniżej określonego poziomu. Wtedy napięcie wyjściowe przetwornicy dodaje się do napięcia baterii, utrzymując napięcie centrali w wymaganym przedziale. Istnieje kilka odmian tego systemu. Różnią się one między sobą rodzajem przetwornicy /z regulowanym czy z nie regulowanym napięciem wyjściowym/ oraz liczbą ogniw baterii. Od tego zależy w głównym stopniu stałość napięcia wyjściowego /centrali/ w różnych reżimach pracy.

Zasadę pracy siłowni z przetwornicą dodawczą przedstawia rys. 14. Normalne zasilanie odbywa się z prostowników pracujących buforowo z baterią złożoną np. z 23 ogniw, przy czym na drodze do odbioru jest włączone szeregowo wyjście z przetwornicy /F/ z bocznikowane diodą /D/. Przetwornica tyrystorowa jest normalnie nieczynna. W chwili zaniku napięcia sieci rozpoczyna się praca bateryjna. Napięcie baterii obniża się i w momencie gdy osiągnie 2 V/ogn., następuje samoczynne uruchomienie przetwornicy.

Napięcie wytwarzane przez przetwornicę dodaje się do napięcia baterii, utrzymując w ten sposób napięcie zasilające w dopuszczalnych granicach, aż do wyładowania baterii do napięcia 1,8 - 1,75 V/ogn.

Istnieją dwa systemy: z przetwornicą dodawczą o nie regulowanym napięciu wyjściowym i z przetwornicą dodawczą o regulowanym napięciu. Przetwornica o nie regulowanym napięciu wytwarza napięcie zmieniające się w granicach od 5 do 7,6 V,

<sup>1/</sup>Produkowane przez firmy LM Ericsson i Siemens.

a przetwornica o napięciu regulowanym - w granicach od 0 do 9 V, w zależności od aktualnego napięcia baterii.

Przebieg napięcia zasilającego centralę po zaniku napięcia sieci podczas pracy przetwornicy nie regulowanej /I/ i regulowanej /II/ przedstawiają wykresy na rys. 15.

Dioda włączona szeregowo na wyjściu z siłowni /a równolegle do wyjścia z przetwornicy/ stwarza drogę obejściową podczas normalnej pracy siłowni, powodując przy tym spadek napięcia rzędu 1 V, co stanowi ok. 2% całkowitego napięcia. Jednocześnie powoduje to zredukowanie poboru prądu przez centralę o 2%, a zatem zmniejszenie poboru mocy o 4%. W rezultacie daje to oszczędność 2% energii.

W przypadku pracy systemu z przetwornicą nie regulowaną /rys. 15-I/, przy pracy z sieci elektroenergetycznej, napięcie na wyjściu siłowni  $U_0$  utrzymuje się na poziomie ok. 50,5 V. Wynika to z przyjętego napięcia pracy buforowej 2,22 V/ogn. liczby ogniw baterii  $n = 23$  oraz ze spadku napięcia na diodzie bocznikującej przetwornicę i umożliwiającej przepływ prądu do odbioru centrali, gdy przetwornica nie pracuje  $\Delta U_D = 0,7$  V/.

$$U_0 = 2,22 \cdot 23 - 0,7 = 50,3 \text{ V}$$

Po zaniku napięcia sieci napięcie baterii zaczyna się stopniowo obniżać. Przetwornica włącza się, gdy napięcie na baterii osiągnie 47 V, dodając ok. 5 ÷ 7,6 V w zależności od aktualnego obciążenia. Przy początkowym napięciu baterii wynoszącym ok. 2 V/ogn. daje to:

$$U_0 = 23 \cdot 2 + 5 \div 7,6 / = 46 + 5 \div 7,6 / = 51 \div 53,6 \text{ V}$$

Napięcie baterii stopniowo obniża się do końcowego napięcia rozładowania 1,76 V/ogn. Przy maksymalnym obciążeniu daje to na odbiorze:

$$U_0 = 23 \cdot 1,76 + 5 = 40,5 + 5 = 45,5 \text{ V}$$

Jest to dopuszczalne dolne napięcie centrali.

Po powrocie napięcia sieci przetwornica początkowo nie zostaje wyłączona. Napięcie baterii dość szybko rośnie w procesie ładowania i gdy sumaryczne napięcie baterii i przetwornicy osiągnie wartość górnego dopuszczalnego napięcia centrali, przetwornica zostanie wyłączona. Napięcie na odbiorze jest teraz niższe od napięcia baterii i pracujących z nią równolegle zespołów prostownikowych, a spadek napięcia na diodzie obejściowej. Proces ładowania baterii przebiega dalej do chwili, gdy będą spełnione dwa kryteria: napięcie na jedno ogniwo musi wynosić 2,35 V/ogn., a prąd ładowania obniżyć się do 15 ÷ 20% wartości maksymalnej.

Cykl pracy systemu z przetwornicą dodatkową o regulowanym napięciu wyjściowym



jest podobny, jednakże dzięki regulowanemu napięciu przetwornicy napięcie na odbiorze wykazuje większą stałość /mniejsze odchylenia od poziomu ustalonego/ zwłaszcza przy pracy buforowej i bateryjnej /rys. 15-11/. Kryteria przejścia na pracę buforową zespołów prostownikowych są takie same jak poprzednio, natomiast wyłączenie przetwornicy po przywróceniu napięcia sieci następuje, gdy jej napięcie obniży się do około 0 V.

W opisany wyżej sposób pracują polskie systemy siłowni TSA dla central typu Crossbar na napięciu 60 V, z przetwornicą nie regulowaną oraz TSB dla central Pentaconta i E-10 na napięciu 48 B, z przetwornicą regulowaną.

W obu tych układach siłowni zespoły prostownikowe pracują jako zespół prowadzący - o stabilizowanym napięciu wyjściowym i zespół prowadzony - o stabilizowanym prądzie obciążenia, załączane w dwóch stopniach. Ponieważ zespół prostownikowy prowadzący pracuje w ciągu całej doby, natomiast prowadzony jedynie w godzinach największego obciążenia, układ siłowni przewiduje możliwość okresowej zamiany ról zespołów prostownikowych ręcznie - przez odpowiednie przetączenie specjalnego przetącznika lub automatycznie w przypadku uszkodzenia prostownika prowadzącego lub przetączenia go na szynę ładowania.

Do włączania przetwornicy tyrystorowej służy specjalny układ włączania przetwornicy. Układ ten sterowany jest z układu kontroli napięcia sieci w przypadku jej zaniku. Po zaniku napięcia sieci, jednak przetwornica nie regulowana nie włącza się natychmiast, dopiero po obniżeniu się napięcia baterii do 56 V /system 60 V - siłownia TSA/. W siłowni TSB po zaniku napięcia sieci przetwornica włącza się bezzwłocznie.

Po każdym zaniku napięcia sieci i jego powrocie zespoły prostownikowe siłowni zostają przetączone na samoczynne ładowanie baterii, które odbywa się przy wzroście napięcia wyjściowego siłowni do 66 V /system TSA/ lub 54 V /system TSB/. Ładowanie przerywa układ kontroli ładowania, przetączając zespoły prostownikowe na pracę buforową.

Zalety układu z przetwornicą dodatkową można określić następująco:

- prosty i bezpośredni układ zasilania podczas normalnej pracy buforowej /trwającej przez przeszło 99% czasu pracy siłowni, przy założeniu 10 godzin przerwy w zasilaniu sieci w ciągu roku, tj. około 0,1%,
- wynikające z powyższego skuteczne tłumienie zakłóceń /szumów/ generowanych w centrali i w siłowni oraz duża odporność na dynamiczne wahania poboru prądu,
- uniknięcie ruchomych /mechanicznych/ łączy stwarzających zagrożenie dla ciągłości i niezawodności zasilania oraz dodatkowe spadki napięcia i konieczność zabiegów konserwacyjnych.

Wadą jest stosunkowo wysoki koszt przetwornicy, odliczyć jednak trzeba koszt dodatkowych ogniw, prostownika doładowującego i związanego z tym osprzętu. Wąt-

pliwości dotyczące niezawodności przetwornicy można uzyskać stosując nie jedną, lecz co najmniej dwie przetwornice równolegle.

Na zakończenie tego rozdziału w tablicy 1 podane zostały dane techniczne siłowni różnych typów.

#### 4. MODUŁOWY SYSTEM ROZBUDOWY SIŁOWNI

Mając na względzie bardzo szybki i nieraz trudny do przewidzenia rozwój telekomunikacji, a zwłaszcza rozbudowę central telefonicznych, należy przyjąć taką koncepcję siłowni dla dużych obiektów, która pozwoliłaby na sukcesywną rozbudowę urządzeń zasilających w stopniu prawie nieograniczonym. Rozbudowa taka nie powinna w zasadzie pociągać za sobą dokonywania przeróbek w istniejących urządzeniach, wymiany części zespołów oraz innych kłopotliwych i kosztownych czynności.

System siłowni powinien być bardzo elastyczny i oparty na typowych zespołach produkowanych seryjnie, a więc tanich. Nie należałoby też budować siłowni wielkich albo w początkowym stadium projektowanych "na wyrost", co może po kilku latach okazać się zbędne lub zupełnie niedostateczne bądź przestarzałe.

Doprowadzenie zasilania, czyli sieć rozdzielcza - za pomocą oddzielnych przewodów przyczynia się też do zwiększenia elastyczności przy rozbudowie centrali oraz zapewnia większą niezawodność niż dotychczas jeszcze u nas stosowany układ sieci rozdzielczej, polegający na odgałęzieniach od głównego przewodu. Poza tym jest korzystne z punktu widzenia tłumienia przepięć i zakłóceń /szumów/.

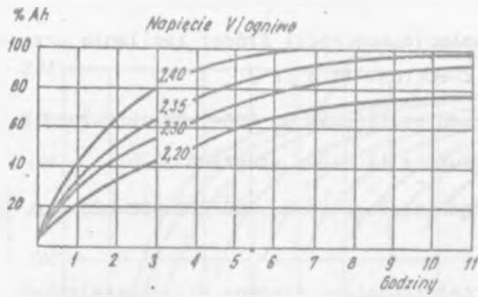
Stosowanie indywidualnych baterii o małej pojemności w poszczególnych modułach /aczkolwiek pracujących w rezultacie równolegle w razie zaniku napięcia sieci/ ma oczywiście zalety polegające na możliwości stopniowej rozbudowy siłowni, jednolitości typów /patrz pkt. 4 rozdz. 1/, lecz ma również i wadę, polegającą na zajmowaniu stosunkowo większej powierzchni w porównaniu z jedną lub dwiema bateriami o odpowiednio dużej pojemności.

Doświadczenie wykazało jednak, że budowa i eksploatacja akumulatorów o pojemności powyżej 4000 Ah jest kłopotliwa i kosztowna.

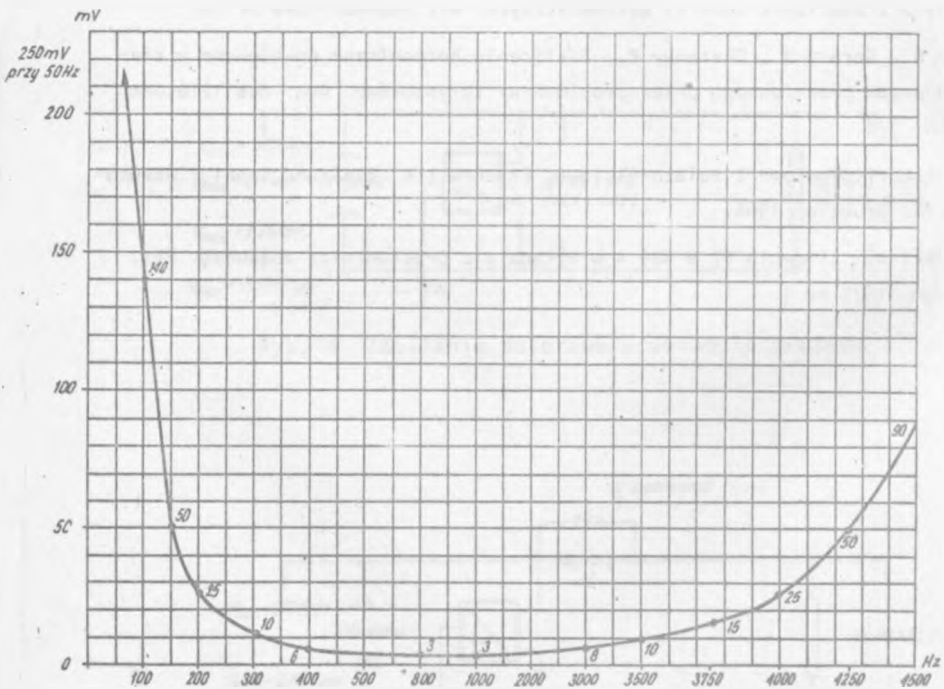
#### WYKAZ LITERATURY

1. Ljungblom A.: System zasilania urządzeń telefonicznych. Ericsson Rev. 1968.
2. Wolpert T.: Prostowniki tyrystorowe. Ericsson Rev. 1969.
3. Ekelund F.: Przetwornice dodawcze. Ericsson Rev. 1970.
4. Humphereys S.F.: Zasilanie urządzeń telekomunikacyjnych w najbliższym dziesięcioleciu. Uniwersalna modułowa siłownia prądu stałego. Post Office elect. Eng. J. 1971 nr 10.

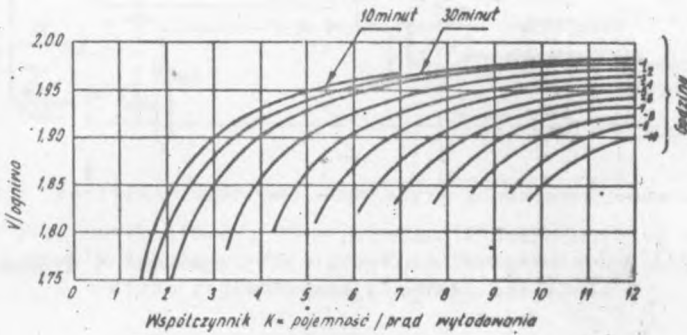
5. Rard J.G., Platon R.: Zasilanie automatycznych central telefonicznych i telegraficznych średniej i wielkiej pojemności. *Commut. et Electron.* 1971 nr 7.
6. Maitre I., Girard J.: Ewolucja koncepcji źródeł zasilania urządzeń telekomunikacyjnych. *Commut. et Electron.* 1973 nr 7.
7. Urządzenia zasilające prądu stałego 48 V, 800-1.000-1600-2000 A f. Face Standard S.p.A. Milano, Instrukcja IF. 186, grudzień 1970.
8. Urządzenia zasilające prądu stałego 48 V, 100-200-400-600 A f. Face Standard S.p.A. Milano.
9. Urządzenia zasilające w teletechnice. Siemens Aktiengesellschaft 1967 nr 8.
10. CCITT: Zasilanie central telefonicznych. Geneva: CCITT 1968.
11. Urządzenia zasilające 48 V dla central telefonicznych i stacji teletransmisyjnych szwajcarskiej Poczty i Telekomunikacji. *Hasler Mitt.* 1969 nr 1.
12. Ramsay J.: Zasilanie central automatycznych. *ATE Journal* 1960 nr 10.
13. Colin R., Gorard J., Chatenay P.: Zakłócenia harmoniczne powodowane w sieciach prądu przemiennego przez prostowniki tyrystorowe. *Ann. des Télécomm.* 1972 nr 7/8.
14. Akumulatory ołowiane i żelazo-niklowe. Erich Witte, Blei-und Stahl - Akkumulatoren, grudzień 1966.
15. Ważyński A.: Siłownia 60 V 400 A w układzie z przetwornicą dodatkową. *Prz. Telekom.* 1971 nr 1.



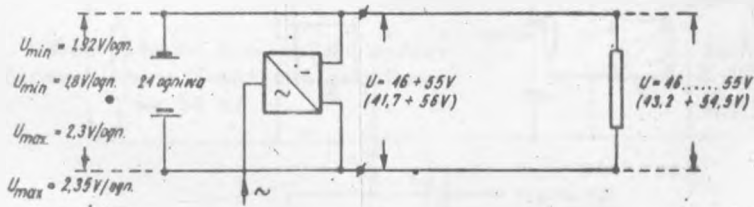
Rys. 1. Ładowanie przy stałym napięciu akumulatora kwasowego



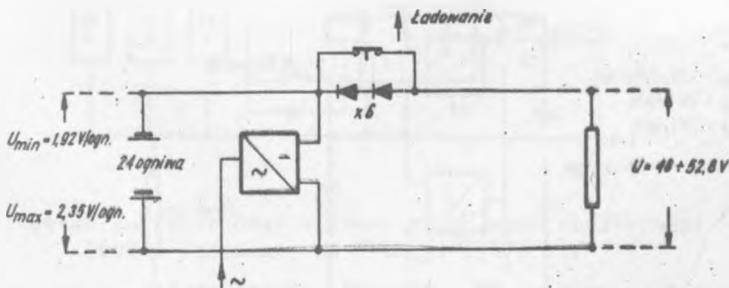
Rys. 2. Dopuszczalne napięcia zakłóceń przy zasilaniu centrali telefonicznej wg CNET - ENERGIE 285



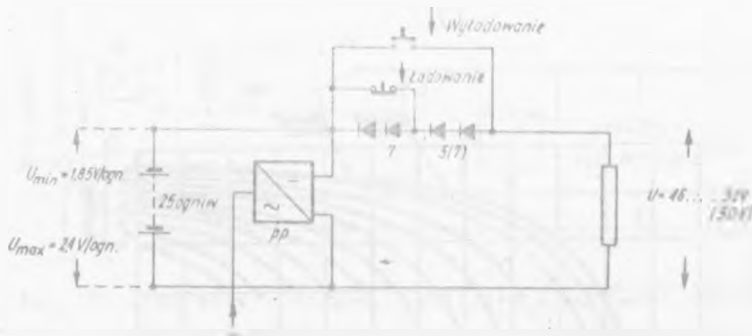
Rys. 3. Rezerwa zasilania w zależności od prądu wyładowania i napięcia końcowo



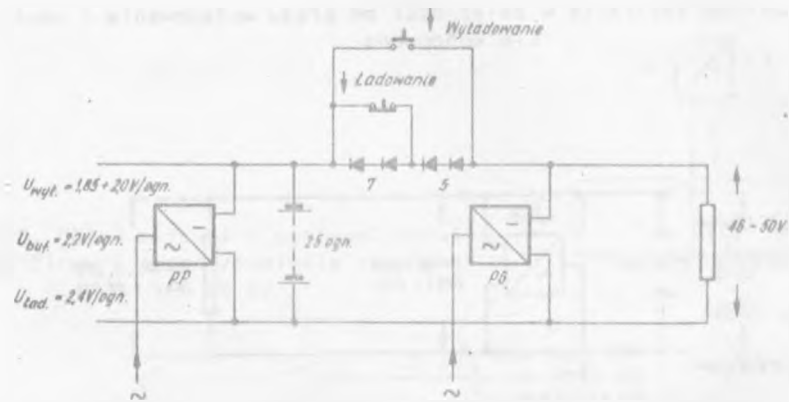
Rys. 4. Zasilanie buforowe w układzie prostym



Rys. 5. Zasilanie buforowe w układzie z 24 ogniwami i diodami redukcyjnymi

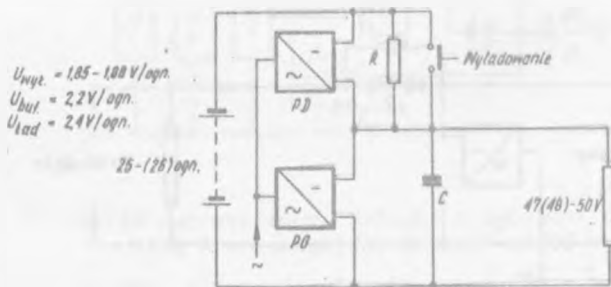


Rys. 6. Zasilanie buforowe w układzie z 25 ogniwami i diodami redukcyjnymi



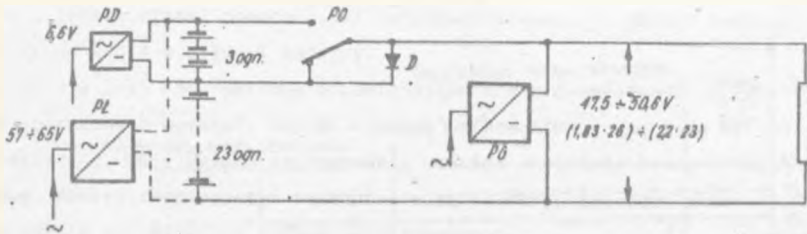
Rys. 7. Zasilanie buforowe z 25 ogniwami w układzie różnicowym z diodami redukcyjnymi

PG - prostownik główny, PP - prostownik pomocniczy

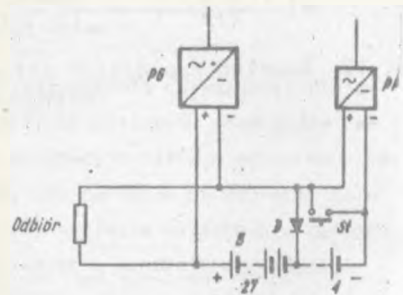


Rys. 8. Zasilanie w układzie buforowo-różnicowym

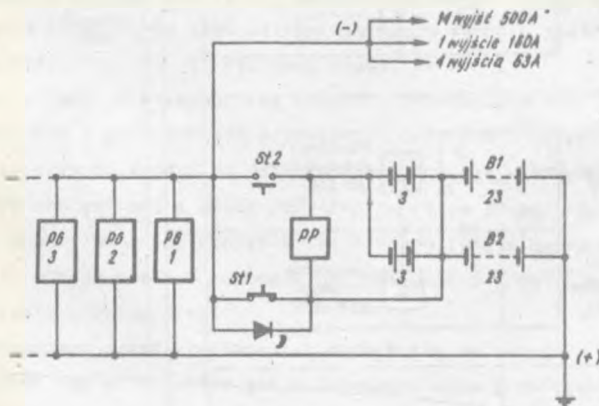
PG - prostownik główny, PD - prostownik dodatkowy



Rys. 9. Zasilanie buforowe w układzie z ogniwami dodatkowymi  
 PG - prostownik główny, PD - prostownik doładowujący, PL -  
 - prostownik ładowający, PO - przetłącznik ogniw dodatkowych,  
 D - dioda zapewniająca ciągłość zasilania



Rys. 10. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi firmy Siemens /napięcie znamionowe 60 V/

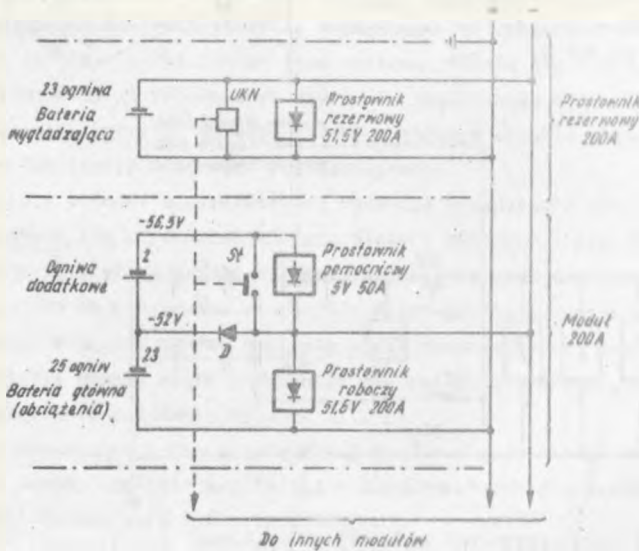


Rys. 11. Układ /uproszczony/ siłowni z ogniwami dodatkowymi 48 V  
 5000 A stosowany we Francji /1972 r./

PG - prostowniki główne /stałe włączone/, PP - prostownik pomocniczy 6 V, St1 - stycznik włączony podczas pracy buforowej, St2 -  
 - stycznik włączony podczas pracy bateryjnej, D - dioda zaworowa,  
 B1, B2 - baterie 23+3 ogniwa



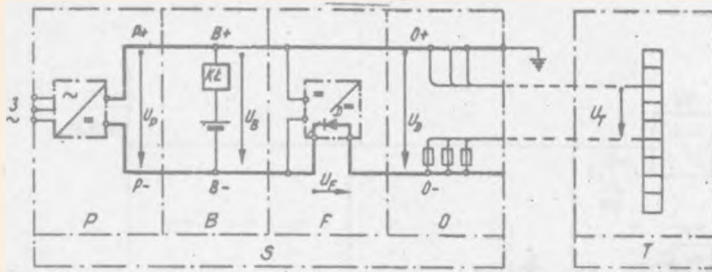
Rys. 12. Rozkład napięcia w siłowni z baterią 22+3 ogniwa przy dużym obciążeniu



Rys. 13. Układ siłowni z ogniwami dodatkowymi i baterią wyładowującą

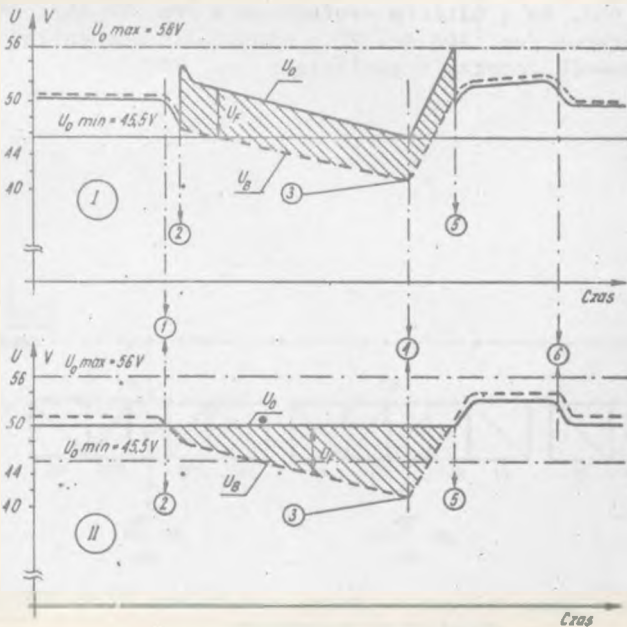
UKN - układ kontroli napięcia, St - stycznik, D - dioda zaworowa





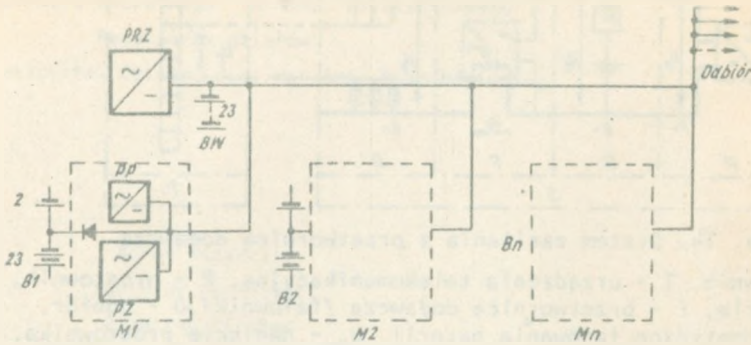
Rys. 14. System zasilania z przetwornicą dodawczą

S - siłownia, T - urządzenia telekomunikacyjne, P - prostownik, B - bateria, F - przetwornica dodawcza /falownik/, O - odbiór, Kt - automatyczne ładowanie baterii,  $U_D$  - napięcie prostownika,  $U_B$  - napięcie baterii,  $U_F$  - napięcie przetwornicy,  $U_O$  - napięcie na wyjściu z siłowni,  $U_T$  - napięcie na urządzeniu zasilanym /centrali/



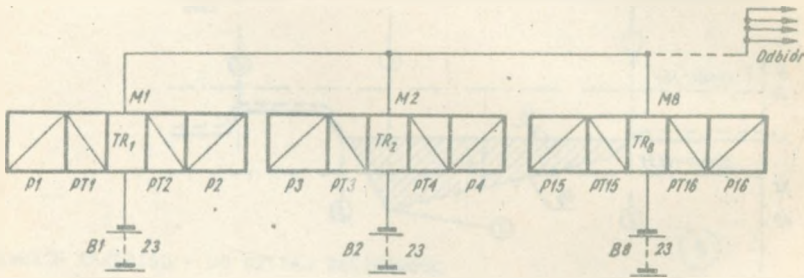
Rys. 15. Napięcia na baterii i na odbiorze siłowni 48 V podczas zaniku napięcia sieci

I - przetwornica nie regulowana, II - przetwornica regulowana,  $U_B$  - napięcie baterii,  $U_O$  - napięcie odbioru,  $U_F$  - napięcie na wyjściu przetwornicy,  $U_{Omin}$  - granica dopuszczalnego napięcia odbioru,  $U_{Omax}$  - granica dopuszczalnego napięcia odbioru, 1 - zanik napięcia sieci, 2 - rozruch przetwornicy, 3 - bateria wyładowana, 4 - powrót napięcia sieci, 5 - wyłączenie przetwornicy, rozpoczęcie ładowania automatycznego, 6 - koniec ładowania



Rys. 16. Schemat blokowy siłowni systemu modułowego BRITISH POST OFFICE

M1, M2...Mn - moduły, B1 B2...B3 - baterie należące do poszczególnych modułów /np. 600 Ah/, Bn - bateria wygładzająca /np. 60 Ah/, PRZ - prostownik rezerwowy /np. 200 A/, PP - prostownik pomocniczy /np. 50 A/, PZ - prostownik roboczy - zasilający /np. 200 A/



Rys. 17. Schemat blokowy siłowni systemu modułowego 48 V 10000 A firmy L.M. Ericsson

M1, M2...M8 - moduły 1260 A, P1...P16 - prostowniki 48 V 630 A, PT1...PT16 - przetwornice 0-8 V 630 A, TR1...TR8 - tablice rozdzielcze 1260 A, B1...B8 - baterie, każda złożona z 23 ogniwo o pojemności 1935 Ah

